ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Actividad 4:

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico

Demarcación Hidrográfica del EBRO

MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA

091.077 MIOCENO DE ALFAMÉN

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Instituto Geológico y Minero de España

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.077 MIOCENO DE ALFAMÉN

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 1

1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS 1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO 4
1.2.1 *Litoestratigrafía y permeabilidad 4*
1.2.2 *Estructura geológica 5*
1.2.3 *Funcionamiento hidrogeológico 8*

2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDAS DE CAUDALES 14

2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS 14
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO 14
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA 14

3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS 17

3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL 17
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO 19

4. MANANTIALES 21

5. ZONAS HÚMEDAS 21

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES 21

6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 21
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES 21

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 22

8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS 23

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.077 MIOCENO DE ALFAMÉN

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Corte geológico representativo de la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén. Tomado de MAGNA nº 410. 6

Figura 2. Cortes representativos de la estructura geológica de la MASb 091.077-Mioceno de Alfamén. Fuente: De Miguel Cabeza, J.L., 1998 7

Figura 3. Dirección y sentido del flujo de la FGP Terciario detrítico en la MASb 091.077- Mioceno de Alfamén. Situación invierno 1988/89. Tomado de San Roman et al., 2002. 9

Figura 4. Evolución de los niveles piezométricos en los sondeos de la red oficial de piezometría 261640080 y 261680106 en la FGP Terciario detrítico 10

Figura 5. Cortes hidrogeológicos esquemáticos de la MASb 091.077-Mioceno de Alfamén. Tomado de San Roman et al., 2002. 11

Figura 6. Cortes hidrogeológicos esquemáticos de la MASb 091.077-Mioceno de Alfamén. Tomado de San Roman et al., 2002. 12

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.077 MIOCENO DE ALFAMÉN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos en estaciones de medida y control hidrométrico 15

Tabla 2. Identificación de los tramos de ríos conectados 18

Tabla 3. Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos 19

Tabla 4. Resumen de la cuantificación río-acuífero 19

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

091.077 MIOCENO DE ALFAMÉN

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de situación de la Masa de Agua Subterránea 3

Mapa 2. Mapa de permeabilidades 13

Mapa 3. Mapa de estaciones de control y medida de caudales 16

Mapa 4. Mapa sinóptico de la relación río-acuífero 20

1. Caracterización de MASA de AGUA SUBTERRÁNEA

1.1 *Identificación, morfología y datos previos*

La MASb Mioceno de Alfamén, a la que corresponde el código de identificación 091.077 dentro de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, se integraba anteriormente en la Unidad Hidrogeológica 09.37, y a su vez proviene de la división de la UH 06.03 (Campo de Cariñena). En líneas generales, constituye parte del denominado geográficamente como Campo de Cariñena, que se sitúa entre los ríos Huerva y Jalón, en el parte meridional de la provincia de Zaragoza, aunque más concretamente se refiere a él como los Llanos de Alfamén, que se encuentran entre las localidades de Calatorao, al N, y Cariñena, al S. Esta MASb es infrayacente a la MASb Pliocuaternario de Alfamén (091.076).

Presenta una superficie total de 275,5 km², que se localizan íntegramente en la Comunidad Autónoma de Aragón, concretamente en la provincia de Zaragoza. Su límite occidental se define en el contacto con los materiales paleozoicos de las Sierras de la Virgen y Vicort. El resto de su extensión se encuentra delimitada por el contacto de los materiales pliocuaternarios con los Miocenos del Campo de Cariñena. Los materiales Miocenos se disponen bajo los materiales pliocuaternarios de Alfamén, con su misma extensión.

En el ámbito geográfico definido por los límites de esta MASb la cota máxima es de 899m snm y la mínima de 335m snm, fijándose la cota media en 511m snm. El contexto geológico lo constituye el relleno terciario detrítico de la depresión del Ebro, que presenta una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales de facies horizontales y verticales, constituyendo un medio muy heterogéneo. Esta disposición configura un sinclinal de suaves buzamientos (<10º) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la Sierra de Algairén. Bajo estos depósitos, se localiza un sustrato mesozoico, fundamentalmente de edad Jurásica. Recubriendo buena parte de los sedimentos terciarios se dispone un extenso manto de derrubios cuaternarios que, en forma de un extenso glacis, se derrama al pie de la Sierra de Algairén.

La MASb presenta un cauce principal, la Rambla de Cariñena, que discurre a todo lo largo de la MASb con una dirección aproximada de S a NNE y sendos tramos testimoniales en el extremo NO de la MASb de los ríos Jalón, en un tramo de unos 2 km aguas abajo de Ricla, y Grío, en sus últimos 2 km antes de la confluencia con aquel.

Desde el punto de vista hidrogeológico, los materiales acuíferos de la MASb son los terciarios detríticos, formados por conglomerados, areniscas y lutitas del Mioceno, que constituyen un acuífero poroso multicapa. La FGP Terciario detrítico está confinada a techo por un nivel arcilloso de baja permeabilidad de los niveles permeables del Pliocuaternario en casi toda la MASb, salvo en las zonas de contacto con las sierras paleozoicas, en que el nivel de baja permeabilidad no existe, permitiendo el contacto directo entre ambos acuíferos. En cuanto a su base, aparece sin contacto hidráulico con el jurásico carbonatado cuando entre ambos aparece el cretácico inf. en facies purbeck-weald, mientras que si éste no se encuentra, lo que ocurre hacia la zona de descarga común del río Jalón, ocurre lo contrario.

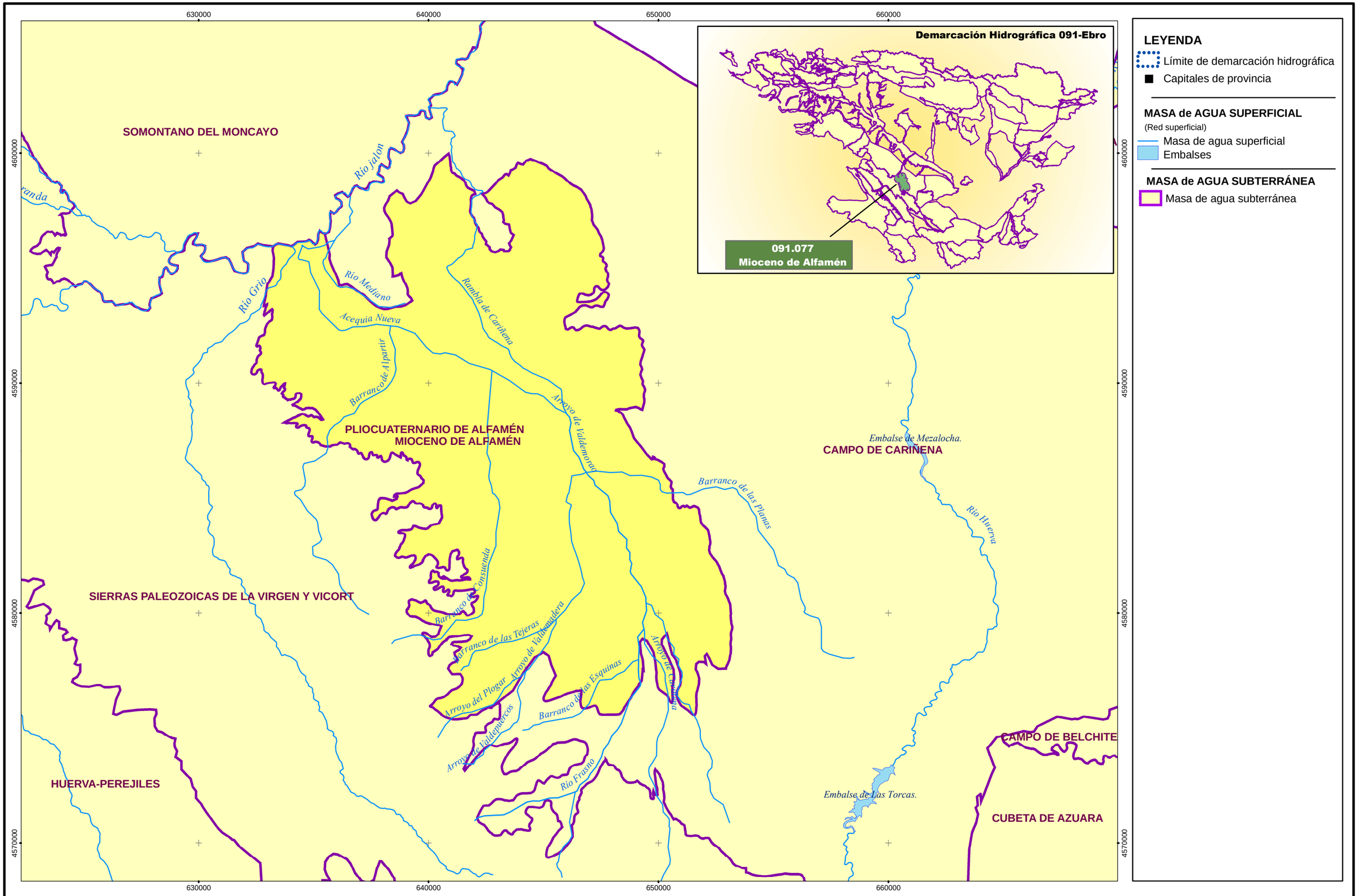
De acuerdo con la información contenida en las referencias bibliográficas (especialmente De Miguel, J.L., 1998), en la actual MASb 091.077 Mioceno de Alfamén se han realizado diferentes modelos (o intentos) de simulación matemática. Entre ellos, destacan los siguientes:

- Modelo algoritmo de Prickett, contenido en el trabajo “Estudios Hidrogeológicos de los acuíferos relacionados con la provincia de Zaragoza: Unidad 37, Detrítico de Alfamén”, realizado en 1990 por EPTISA para el Servicio Geológico del MOPU y la CHE.

- Modelo matemático de simulación del flujo subterráneo del acuífero Mio/Cuaternario de Alfamén, realizado por EPTISA en 1991 para el ITGE.

- Modelo SIDAS de simulación matemática, recogido en el trabajo “Estudio de viabilidad de la recarga artificial del acuífero detrítico de Alfamén”.

- Recientemente la CHE ha realizado un modelo de flujo que se extiende hacia el norte más allá del río Jalón con motivo del “Estudio de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón”.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
Instituto Geológico y Minero de España
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE SITUACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 091.077 (MIOCENO DE ALFAMÉN) . EG04_091077_map_1.

FEBRERO 2010

1.2 *Contexto Hidrogeológico*

1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad

Dentro de la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén, y precisamente por su denominación, los materiales a los que se alude, principalmente, son los pertenecientes al Terciario detrítico, concretamente al Mioceno.

La **FGP Terciario detrítico**, está formada por las facies conglomeráticas, areniscosas y lutíticas del Mioceno inferior y medio (litologías $T_{c12\text{-}11}^{Ba\text{-}Bb}$ del Magna 1:50.000), que constituyen un acuífero multicapa. Las facies más groseras y, por tanto, las más permeables están adosadas a las sierras paleozoicas y recubren paleorrelieves jurásicos, adaptándose a los pliegues del sustrato mesozoico y desapareciendo en los anticlinales. Este acuífero está confinado por una serie margosa del neógeno, que lo separa de los materiales acuíferos del Pliocuaternario. En cuanto a su base, hay que decir que en la más al S los materiales Miocenos descansan sobre materiales poco permeables (facies purbeck-weald de tránsito jurásico cretácico inf.), con lo que éstos actúan como barrera y no permiten el contacto hidráulico con el acuífero infrayacente Jurásico carbonatado, mientras que en el resto de la MASb, el Mioceno descansa directamente sobre el Jurásico carbonatado, permitiendo el contacto hidráulico en casi todo el ámbito de la MASb. De este modo, la FGP Terciario detrítico actúa recargando a la FGP (se han comprobado estos flujos descendentes), salvo en la zona de descarga común de ambos acuíferos (río Jalón aguas debajo de la población de Calatorao), en la que sucede al contrario. En líneas generales, a la FGP Terciario detrítico se le han atribuido transmisividades en torno a los 125 m^2/día (De Miguel, J.L., 1998).

Por debajo de la FGP Terciario detrítico se encuentra el acuífero regional mesozoico, esto es, la **FGP Jurásico carbonatado**. Esta unidad regional, que no tiene casi superficie aflorante en la MASb 091.077 (únicamente con carácter testimonial en la estructura cabalgante al NO de Almonacid de la Sierra), se encuentra, por consiguiente, confinada. Básicamente, la FGP Jurásico carbonatado está conformada por los paquetes acuíferos calcáreos siguientes, de muro a techo:

- Lías inf.-Grupo Renales (Fm Dolomías tableadas de Imón, Fm Carniolas de Cortes de Tajuña y Fm Dolomías tableadas de Cuevas Labradas). Éstas forman un acuífero de carácter difuso y alta permeabilidad. Su espesor puede alcanzar los 200 m y está confinado en casi toda su extensión dentro de la MASb.

- Dogger (Fm. Carbonatada de Chelva). Se comporta como una unidad acuífera cárstica *sensu stricto* y no aflora en la MASb.

- Malm (Fm Ritmita calcárea de Loriguilla y Fm. Caliza con oncolitos de Higueruela). La última Fm es más permeable que la anterior y tiene un comportamiento cárstico *sensu stricto*.

Estos tres niveles, en líneas generales, se encuentran separados por paquetes margo-calizos: Grupo Ablanquejo (Fms. Cerro del Pez, Barahona y Turmiel), que separan el Lías del Dogger, y la Fm Margas de Sot de Chera, que separa el nivel acuífero del Dogger del Malm.

1.2.2 Estructura geológica

La MASb 091.077 Mioceno de Alfamén se localiza en las estribaciones septentrionales de la Cordillera Ibérica, en el contacto geológico entre las sierras paleozoicas y mesozoicas de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica y las formaciones terciarias de la Depresión del Ebro. Los depósitos terciarios más proximales de la Depresión del Ebro (conglomerados, areniscas y arcillas del Mioceno), en su mayor parte están recubiertos bajo un extenso manto de derrubios cuaternarios que, en forma de un extenso glacis, se derrama al pie de la Sierra de Algairén. Bajo los depósitos terciarios se localiza un sustrato mesozoico, fundamentalmente de edad Jurásica. El detrítico terciario tiene una geometría subhorizontal con frecuentes cambios laterales y verticales de facies que configuran una geometría compleja y heterogénea. Corresponde a un sinclinal de suaves buzamientos (<10º) con el flanco SO cabalgado por el Paleozoico de la Sierra de Algairén (Figuras 1 y 2).

La geometría interna del Jurásico (sustrato del relleno terciario de la cuenca) es más compleja, con varios sectores de afloramientos diferenciados. En el sector del Jalón, los materiales se encuentran afectados por cabalgamientos y fallas inversas que, hacia la Almunia de Doña Godina, toman una disposición monoclinal sumergiéndose bajo los depósitos terciarios detríticos (Figuras 1 y 2).

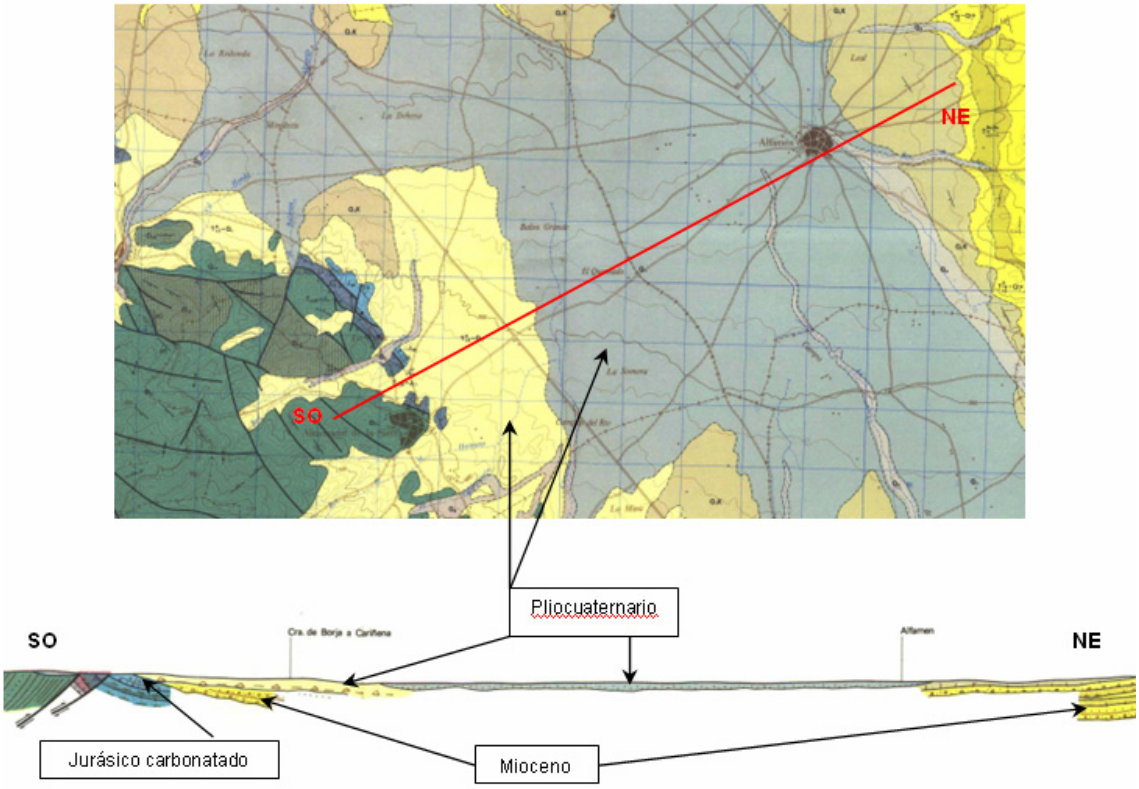


Figura 1. *Corte geológico representativo de la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén. Tomado de MAGNA nº 410.*

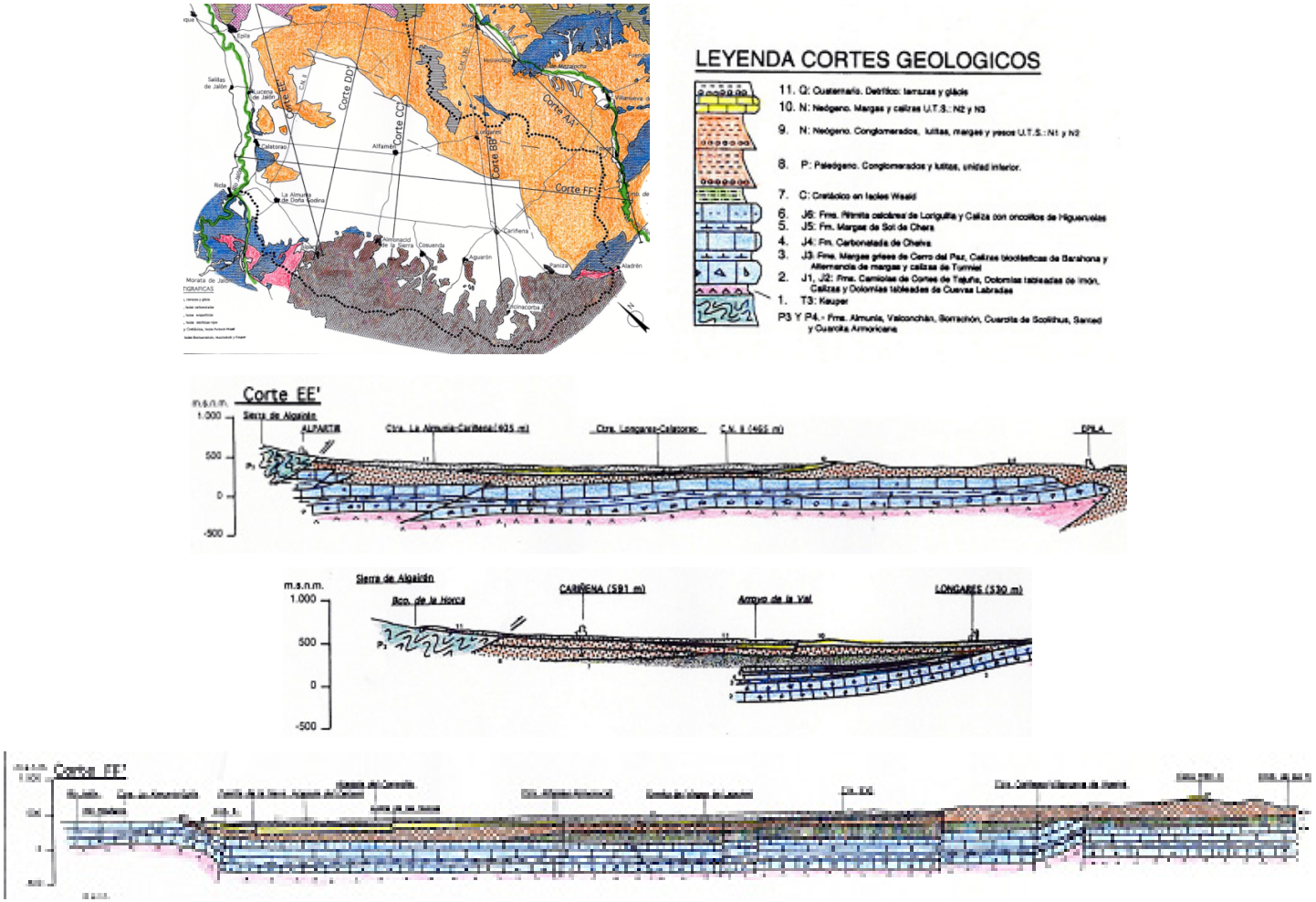


Figura 2. *Cortes representativos de la estructura geológica de la MASb 091.077-Mioceno de Alfamén. Fuente: De Miguel Cabeza, J.L., 1998*

1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico

En cuanto al funcionamiento de la **FGP Terciario detrítico** hay que decir que se trata de una formación multicapa, en la que las diferentes capas de grava y arena gruesa, que forman los niveles más permeables, están embutidas entre capas lutíticas semipermeables. La FGP se recarga de manera directa en las áreas adyacentes a la Sierras de Algairén y en la cabecera de la rambla de Cariñena por infiltración de las escorrentías procedente de los barrancos que drenan las serranías paleozoicas. También se produce una percolación vertical desde la masa de agua suprayacente (Plioceno de Alfamén). Asimismo, se produce una transferencia lateral de agua entre esta masa y la adyacente del Campo de Cariñena (MASb 091.075). La descarga natural se realiza hacia el Jalón, aguas abajo de Calatorao y dentro del ámbito de la MASb 091.075 Campo de Cariñena.

En líneas generales, el flujo se orienta desde las sierras al llano, y dentro del llano desde SE hacia el río Jalón, en las cercanías de Calatorao (Figura 3). En la llanada que se extiende entre los cauces del Huerva y Jalón, la piezometría de la FGP Mioceno muestra la presencia de una singular "cascada piezométrica", justo aguas abajo de la alineación Alfamén-Almonacid de la Sierra, que ha sido interpretada como una hipotética disminución de la transmisividad o el comienzo de la conexión hidráulica entre las FGPs Terciario detrítico y Jurásico carbonatado como consecuencia del adelgazamiento y posterior desaparición del tramo en facies weald del Jurásico-Cretácico inferior, de comportamiento claramente acuitardo (De Miguel, J.L., 1998). Asimismo, parecen haberse detectado flujos ascendentes, es decir, un área de descarga en la zona de Cadillos-Alfamén, al SE de la localidad de Alfamén (De Miguel, J.L., 1998). En líneas generales, los gradientes verticales de potencial hidráulico entre los acuíferos Jurásico y Terciario, que frecuentemente aparecen superpuestos en la misma vertical, son siempre descendentes, salvo en las proximidades de la zona de descarga al Jalón, en donde se vuelven ascendentes. De esta forma, el acuífero Jurásico actúa a modo de un gran "dren de fondo".

Los datos disponibles de transmisividad obtenidos de ensayos de bombeo apuntan hacia valores comprendidos entre 300 y 800 m²/día para los casos más altos, y entre 200 y 300 m²/día para los valores más frecuentes. Pueden ser considerados valores excepcionalmente bajos los que no alcanzan 50 m²/día. Los caudales específicos altos se encuentran entre 5 y 10 l/s/m, los medios entre 1 y 2 l/s/m, y los bajos inferiores a 0,25 l/s/m.

En la Figura 3 se representa la dirección y sentido estimados del flujo del la FGP Terciario detrítico, incluyendo las áreas de recarga y descarga, así como la dirección de varios cortes hidrogeológicos esquemáticos que muestran la superficie piezométrica de la FGP (Figuras 4 y 5).

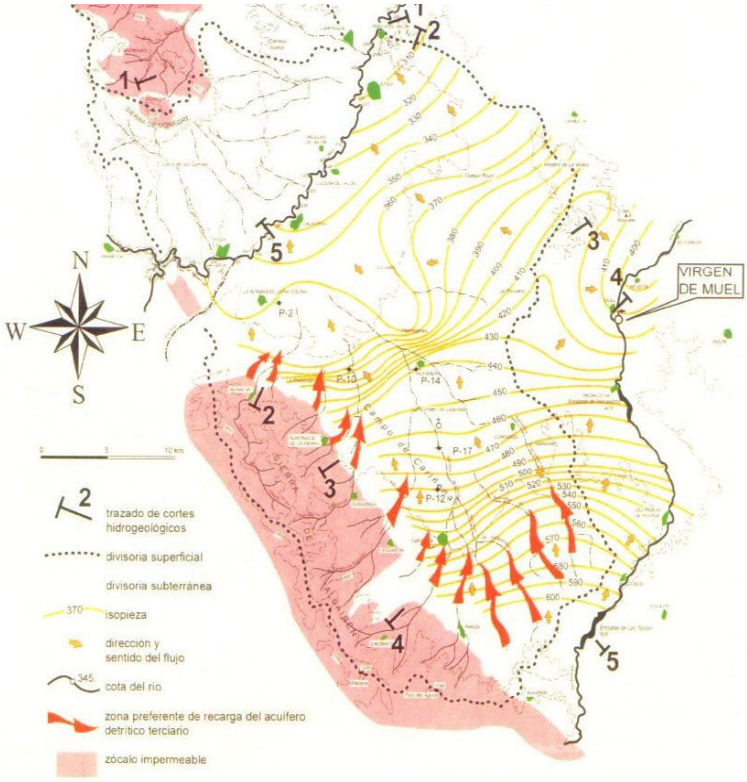


Figura 3. *Dirección y sentido del flujo de la FGP Terciario detrítico en la MASb 091.077-Mioceno de Alfamén. Situación invierno 1988/89. Tomado de San Roman et al., 2002.*

El seguimiento de los niveles piezométricos de la FGP Terciario detrítico a lo largo de los años muestra un comportamiento del sistema acuífero subterráneo diferente según el área, pero con una tendencia general al descenso progresivo de los niveles, encontrándose los máximos en la zona entre Alfamén y la Virgen de las Lagunas, en donde los descensos acumulan unos 60 metros (Figura 4). Parece que hasta hace unos 30 años, la FGP Terciario detrítico fue surgente en una pequeña área restringida al SE de Alfamén, en toda la zona situada al E de la alineación Almonacid-Alfamén y habría llegado a las cercanías de la ermita de la Virgen de Lagunas (de ahí su denominación), cosa que actualmente no existe debido principalmente, a los descensos del nivel piezométrico como consecuencia de la explotación mediante bombeos de los recursos de dicha FGP (De Miguel, J.L., 1998).

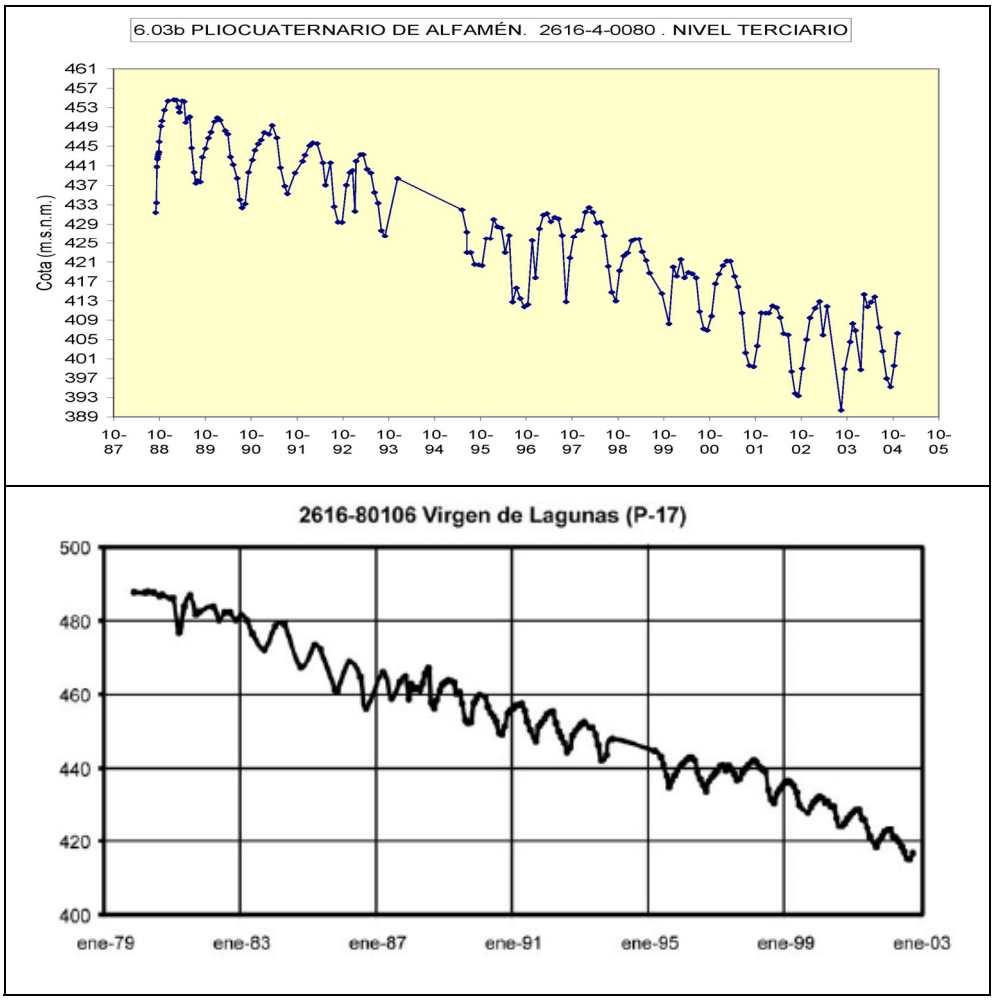


Figura 4. *Evolución de los niveles piezométricos en los sondeos de la red oficial de piezometría 261640080 y 261680106 en la FGP Terciario detrítico*

En cuanto a la **FGP Jurásico carbonatado**, su recarga se produce hacia el SE, sobre las estribaciones mesozoicas de área de Belchite–Aguilón, en la zona de Almonacid de la Sierra y mediante transferencias de la FGP Terciario detrítico. En la FGP Jurásico carbonatado el flujo se orienta desde el SE hacia el NO, buscando la zona de descarga del Jalón, en la que lo hace tanto en forma difusa desde la población de Calatorao, como en forma de manantiales (Ojos de Pontil, entre las poblaciones de Epila y Lumpiaque, en la margen izquierda), ya dentro de la MASb 091.072 Somontano del Moncayo (Figuras 5 y 6).

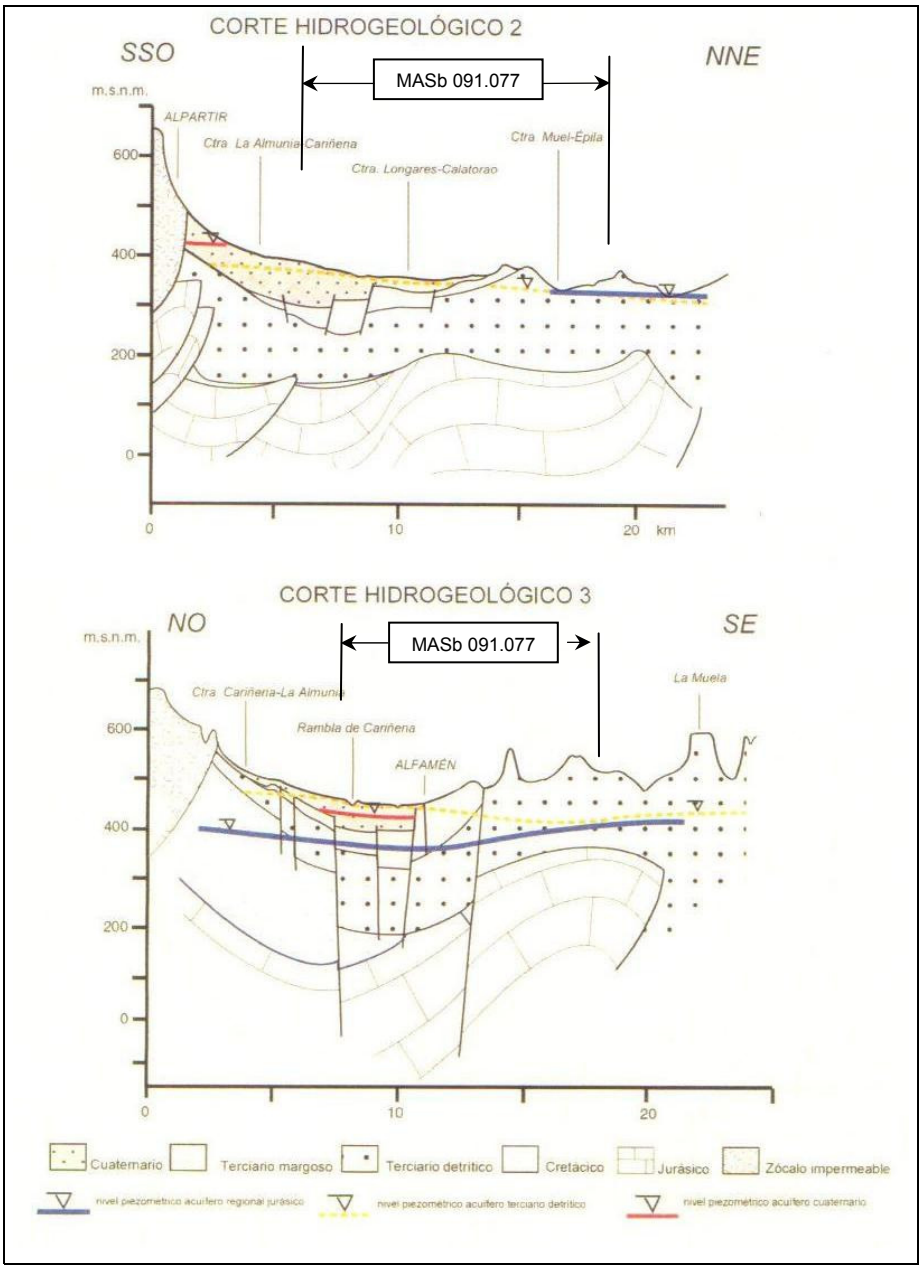


Figura 5. *Cortes hidrogeológicos esquemáticos de la MASb 091.077-Mioceno de Alfamén. Tomado de San Roman et al., 2002.*

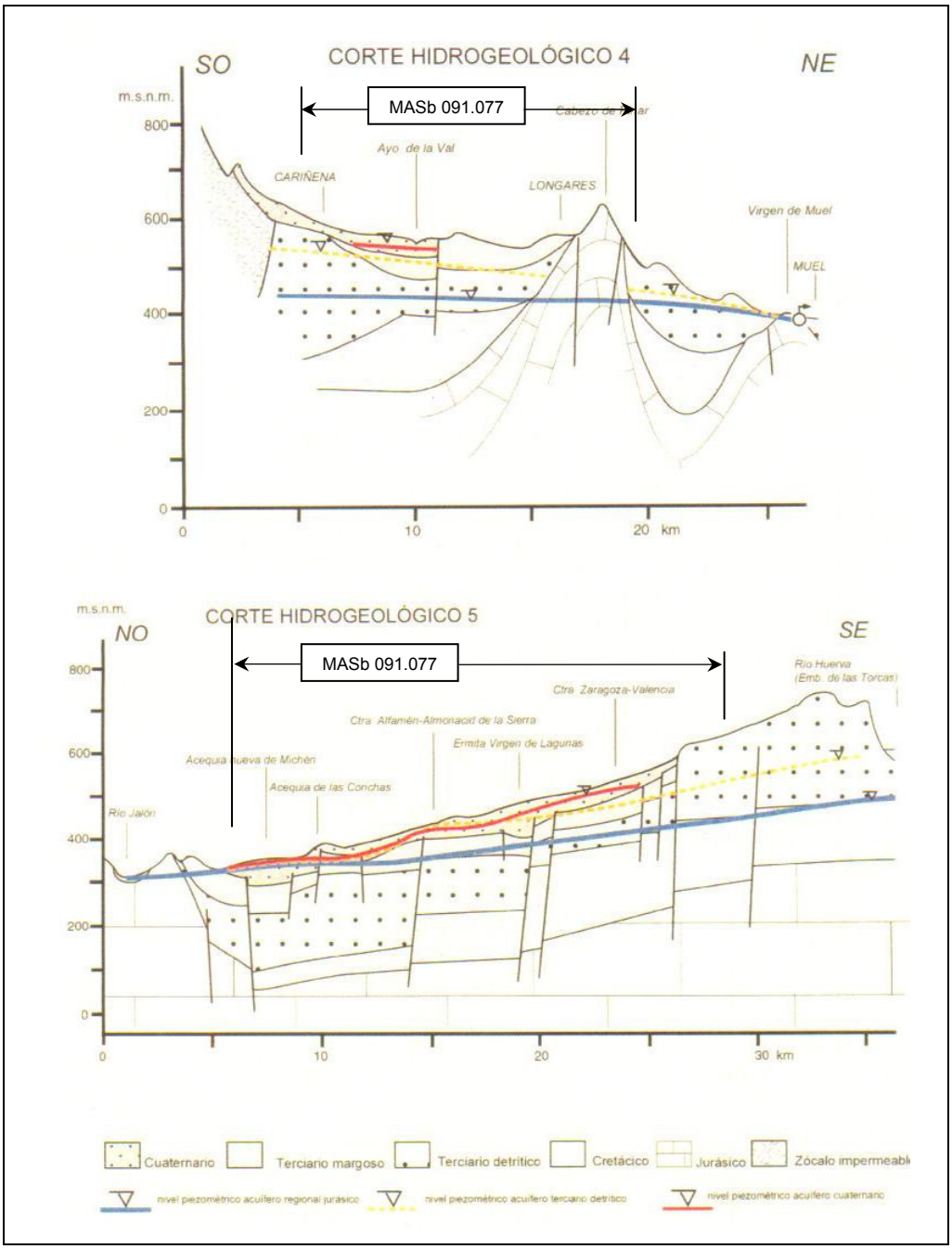
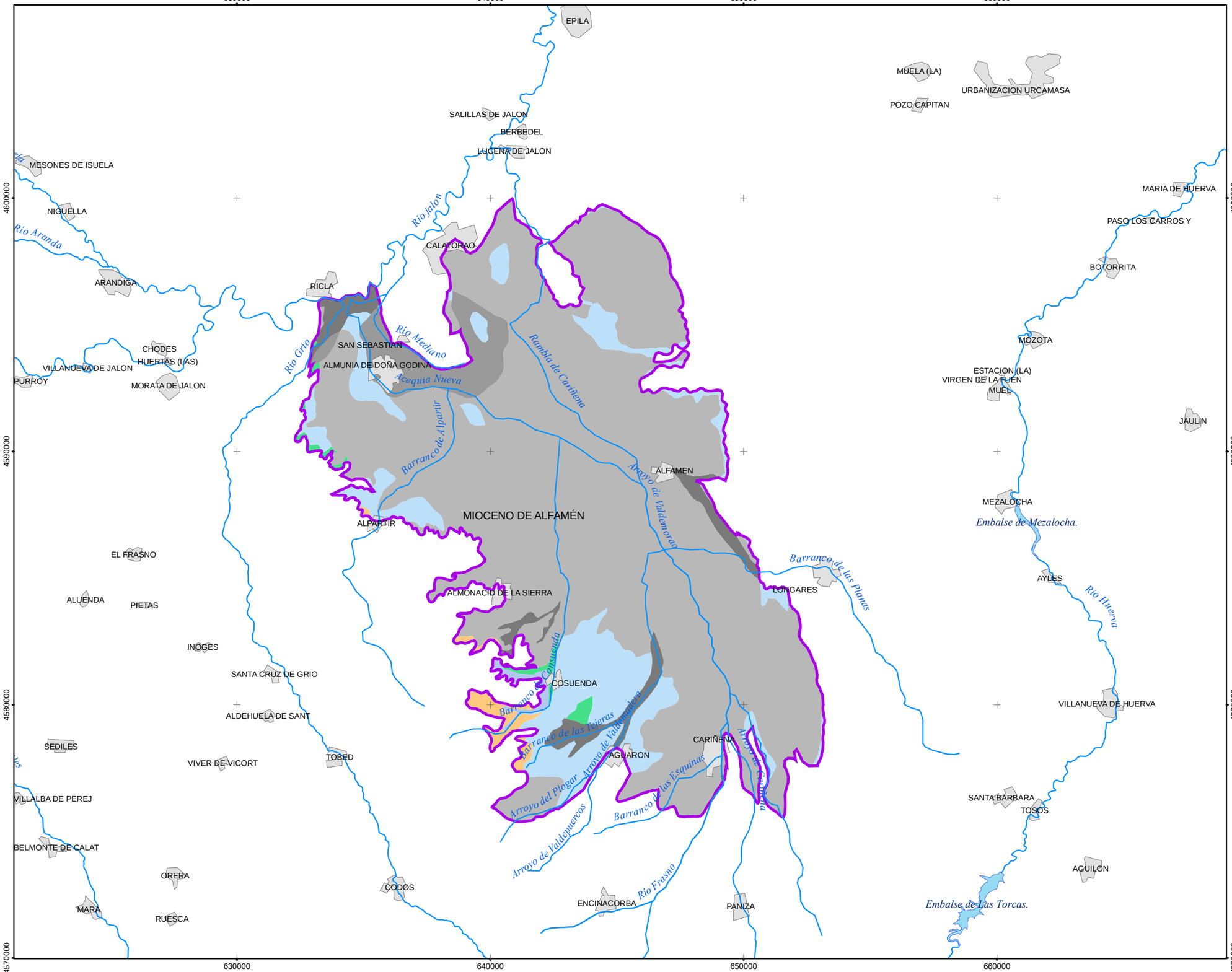


Figura 6. *Cortes hidrogeológicos esquemáticos de la MASb 091.077-Mioceno de Alfamén. Tomado de San Roman et al., 2002.*



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Núcleos de población
- Masa de agua subterránea

MASA de AGUA SUPERFICIAL

(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

- Carbonatada-Muy Baja
- Carbonatada-Baja
- Carbonatada-Media
- Carbonatada-Alta
- Carbonatada-Muy Alta
- Detrítica-Muy Baja
- Detrítica-Baja
- Detrítica-Media
- Detrítica-Alta
- Detrítica-Muy Alta
- Evaporítica-Muy Baja
- Evaporítica-Baja
- Evaporítica-Media
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicas)-Muy Baja
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicas)-Baja
- Volcánicas (Piroclásticas y Lávicas)-Alta
- Ígneas-Muy Baja
- Ígneas-Baja
- Metadetríticas-Muy Baja
- Metadetríticas-Baja
- Metadetríticas-Media
- Metadetríticas-Alta
- Detríticas (Cuaternario)-Muy Baja
- Detríticas (Cuaternario)- Baja
- Detríticas (Cuaternario)-Media
- Detríticas (Cuaternario)-Alta
- Detríticas (Cuaternario)-Muy Alta

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN | MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Instituto Geológico y Minero de España | DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE PERMEABILIDADES
091.077 (MIOCENO DE ALFAMÉN) . EG04_091077_map_2.

FEBRERO 2010

2. Estaciones de control y medidas de caudales

Las estaciones de medida y control de la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén corresponden únicamente a una sección de control de la red histórica de control de aguas subterráneas del IGME y a diferentes puntos de control de caudales de la CHE, no habiendo estaciones de la red oficial de la CHE en esta MASb.

2.1 *Estaciones de la red oficial de aforos*

No existen estaciones de la red oficial de aforos dentro de los límites de esta MASb.

2.2 *Estaciones de la red oficial de control hidrométrico*

Según la información recopilada, no se dispone de puntos pertenecientes a la red oficial de control hidrométrico en esta MASb.

2.3 *Otra información hidrométrica*

No se tiene constancia de medidas específicas realizadas en trabajos desarrollados en el ámbito geográfico de la MASb, pero sí existen datos de aforos realizados tanto por el IGME en una sección de control que conformó la red histórica de control hidrométrico de este organismo, como en diferentes puntos de control establecidos por la CHE en manantiales (manantiales de La Nava y El Mediano), cauces estacionales (escalas en el Bco. de Aguarón y en la Rambla de Cariñena en la población homónima) y en la acequia de El Mediano. Todos estos puntos de control tienen en común la escasez en el número de medidas y sus cortas series de mediciones, salvo en el caso del manantial de La Nava.

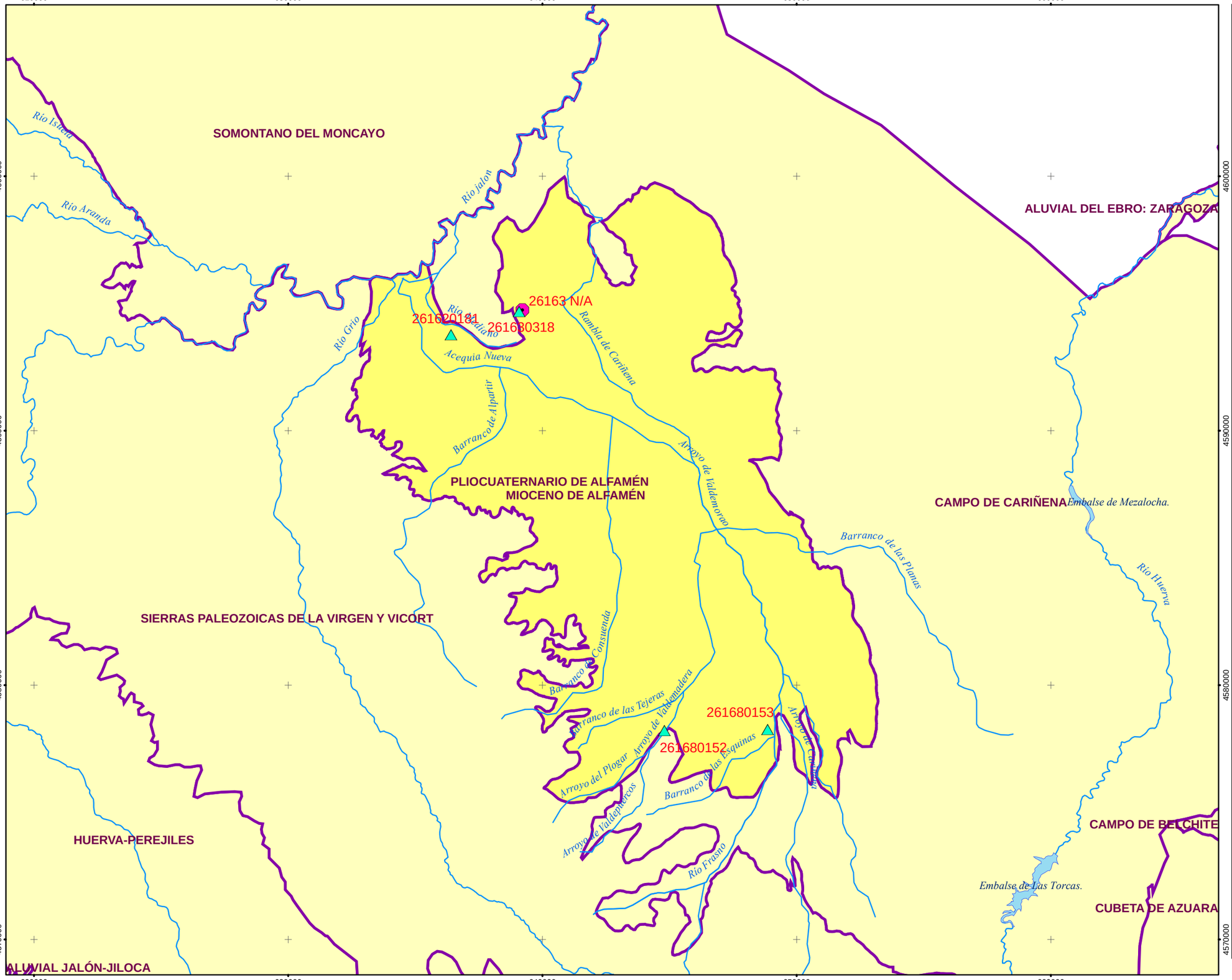
Existe una sección de aforos con escala limnimétrica de reciente construcción en el Barranco de Cosuenda.

Las secciones y puntos de control quedan sintetizadas en la siguiente tabla:

Código estación		Observaciones	Datos de Caudal				
Código	Referencia bibliográfica		Número de datos	Amplitud de la serie	Caudal mínimo (l/s)	Caudal promedio (l/s)	Caudal máximo (l/s)
26163 N/A	IGME	*Manantial de la Nava*	34	Feb 98 – jun 01	0	23,2	154
261630318	(1)	*Escala Manantial de la Nava*	55	Ene 91 – ago 06	0	26,1	153
261620181	(1)	*Escala acequia de El Mediano*	22	Oct 79 – jun 95	0	217,7	994
261680153	(1)	*Escala en el puente de Cariñena*	4	Abr 91-ene 97	46	206,2	343
261680152	(1)	*Escala Bco. Aguarón*	6	Ene 91 – dic 96	9	61,3	151
		Escala Bco de Cosuenda					

(1) Punto de control realizado por la CHE
(2) Escala limnimétrica en el Barranco de Cosuenda

Tabla 1. *Datos en estaciones de medida y control hidrométrico*



LEYENDA

Límite de demarcación hidrográfica

Capitales de provincia

MASA DE AGUA SUPERFICIAL

(Red superficial)

Masa de agua superficial

Embalses

ESTACIONES DE CONTROL

RED de AFOROS

Estación activa

Estación inactiva

RED de CONTROL HIDROMÉTRICO (CC.HH)

Estación activa
(con continuidad de la red histórica del IGME)

Estación activa

OTROS DATOS UTILIZADOS

Redes de otros organismos

Red Histórica del IGME
(actualmente inactiva)

Secciones históricas

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
Instituto Geológico y Minero de España
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA DE ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDA DE CAUDALES
091.077 (MIOCENO DE ALFAMÉN) . EG04_091077_map_3.

FEBRERO 2010

3. Identificación y caracterización de los tramos de río relacionados con acuíferos

En la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén no se ha identificado ningún tramo con relación río-acuífero que implicase a la principal FGP, el terciario detrítico (Miceno), ya que ésta no mantiene contacto con las MAS presentes. Ni siquiera en su zona de descarga, que se produce tanto de manera difusa aguas abajo de la población de Calatorao (véase la disposición de las isopiezas de la Figura 2) a través de Cuaternario aluvial y, por tanto, fuera de los límites de la MASb 091.077.

Únicamente la FGP Jurásico carbonatado, con la Fm Carbonatada de Chelva mantiene vínculos con las MAS dentro de los límites de la MASb 091.077. Se trata de dos tramos en los que las MAS se comportan como influentes, permitiendo la recarga de dicha FGP a traves de los aluviales de los ríos Grío y Jalón.

3.1 *Identificación y Modelo Conceptual*

Dentro de la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén se han definido dos tramos donde existe conexión hidráulica entre MAS y la FGP Jurásico carbonatado. Los tramos identificados son los siguientes:

- **Tramo Grío** (091.077.001-tramo conectado con la MAS código 113). Corresponde al tramo del río Grío desde que entra en el límite de la MASb hasta su confluencia con el río Jalón. Es un tramo de unos 2.000 m de longitud en el que la FGP Jurásico carbonatado, a través del Cuaternario aluvial, drena la MAS. La MAS relacionada es el río Grío desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Jalón, que corresponde con un río mineralizado de baja montaña mediterráneao.

- **Tramo Jalón** (091.077.002-tramo conectado con la MAS código 446). Corresponde al tramo del río Jalón situado entre el punto de confluencia del río Grio y el límite de la MASb, cerca de la población de Calatorao. Es un tramo de unos 1.300 m de longitud en el que la FGP Jurásico carbonatado, a través del Cuaternario aluvial, drena la MAS. La MAS relacionada es el río Jalón desde el río Grío hasta su desembocadura en el Ebro, que corresponde con un eje mediterráneo-continentales mineralizado.

Código del tramo	Nombre del cauce	MAS relacionada según codificación CEDEX		Características de la MAS a relacionada			Formación Geológica Permeable
		Código	Nombre	Categoría	Tipología	Alteración	
091.077.001	Río Grío	*113*	Río Grío desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Jalón	Río	Río mineralizado de baja montaña mediterránea	Masa influenciada	Jurásico carbonatado y Cuaternario
091.077.002	Río Jalón	*446*	Río Jalón desde el río Grío hasta su desembocadura en el Ebro	Río	Eje mediterráneo-continentales mineralizado	Masa influenciada	Jurásico carbonatado y Cuaternario

Tabla 2. *Identificación de los tramos de ríos conectados*

A continuación se describe el modelo conceptual de la relación río-acuífero de los tramos identificados en la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén.

- **Tramo Grío (091.077.001).** En este tramo final el río Grío discurre por los materiales altamente permeables del aluvial, que se apoyan sobre la FGP Jurásico carbonatado (Fm Carbonatada Chelva), drenando ésta la MAS, ya que el nivel piezométrico se encuentra por debajo del nivel de base del río en dicho tramo. Esto se ha podido constatar a partir de las informaciones recogidas en la bibliografía consultada y de los datos de piezometría procedentes de los sondeos 261620023, 261620196, 261620065, 261620231, emplazados en el jurásico entre las poblaciones de Ricla y La Almunia. En todos ellos, el nivel piezométrico se encuentra por debajo del nivel de base del río, de manera que el agua de la MAS se infiltra a través de los depósitos Cuaternarios de alta permeabilidad y prosigue su camino hasta la zona saturada de la FGP.

  El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico influenciado.

- **Tramo Jalón (091.077.002).** Corresponde al tramo final del río Jalón entre la confluencia del río Grío y el límite de la MASb. En este tramo la MAS es drenada a través de un desarrollado Cuaternario aluvial que, a su vez, recarga la FGP Jurásico carbonatado sobre la que se apoya. La existencia de la relación río-acuífero en este tramo se ha constatado a partir de la información recogida en la bibliografía consultada (San Román, J., 1994).

  El modelo conceptual del tramo corresponde a un río perdedor con conexión difusa indirecta con efecto ducha (*código 411-Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes*). En este tramo el río dispone de un régimen hidrológico natural.

Código del tramo	Nombre del cauce	Modelo conceptual relación río-acuífero	Régimen hidrogeológico	Características del lecho del cauce	Hidrogeología del techo	Génesis de la descarga	Longitud del tramo (m)
091.077.001	Río Grío	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Influenciado	Con depósitos cuaternarios	-	-	2.000
091.077.002	Río Jalón	Conexión difusa indirecta con efecto ducha en cauces influentes	Influenciado	Aluvial y terrazas del río Jalón	-	-	1.300

Tabla 3. *Modelo conceptual relación río-acuífero según tramos*

3.2 *Relación río-acuífero*

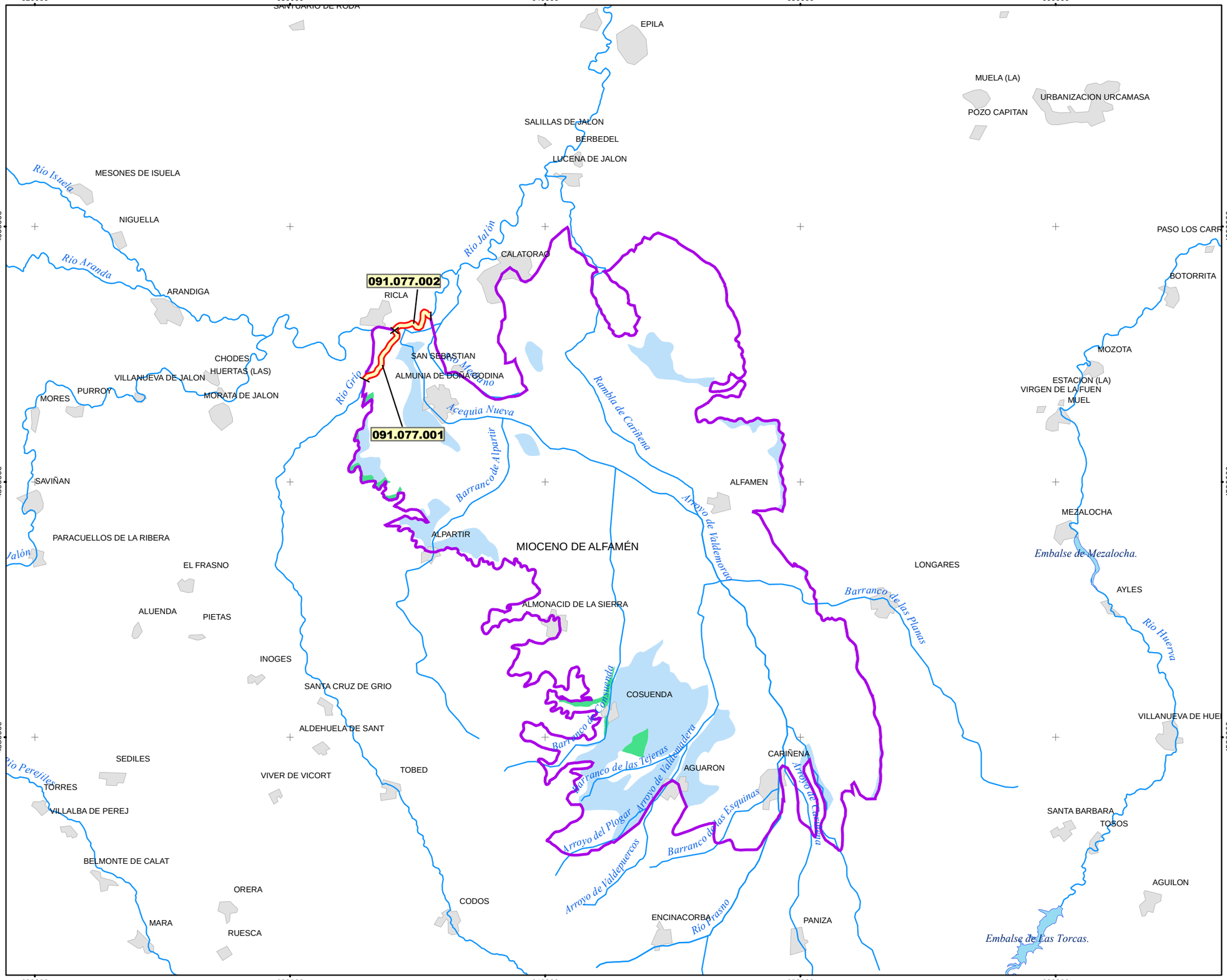
Los tramos de cauce donde se ha definido conexión río-acuífero en la MASb 091.075 Campo de Cariñena corresponden a:

- Tramo perdedor mediante conexión difusa indirecta con efecto ducha (091.077.001 – Grío y 091.077.002 – Jalón).

No existen datos hidrométricos, ni de la CHE, IGME o bibliográficos, que permitan ser utilizados en la cuantificación de los tramos de relación río-acuífero identificados en la MASb 091.077 Mioceno de Alfamén. Únicamente existen datos de infiltración global calculados para la totalidad de los cursos de agua superficiales (incluidos el río Grio y Jalón y los barrancos tributarios de la rambla de Cariñena), que estiman que para el periodo 1988-1989 se infiltraron 29,29 hm^3 a través de cauces.

Código Tramo	Cuantificación				Régimen hidrológico	Observaciones
	Descarga puntual QCD (l/s)	Conexión difusa				
		Relación Unitaria de Transferencia RUT (l/s/m)	Amplitud de la serie (ASU)	Número de datos (NAE)		
091.077.001	No existen datos				Influenciado	-
091.077.002	No existen datos				Influenciado	-

Tabla 4. *Resumen de la cuantificación río-acuífero*



LEYENDA

- Límite de demarcación hidrográfica
- Núcleos de población
- Masa de agua subterránea

MASA de AGUA SUPERFICIAL
(Red superficial)

- Masa de agua superficial
- Embalses

MASA de AGUA SUBTERRÁNEA
LITOLOGÍA y PERMEABILIDAD

- CARBONATADAS-ALTA
- DETRÍTICAS-BAJA

MODELO CONCEPTUAL de la RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO

- Río ganador con conexión difusa
- Río perdedor con conexión difusa
- Río con conexión difusa y régimen variable (ganador/perdedor)
- Drenaje puntual (Manantial o grupo de manatiales)
- Drenaje puntual a cauce (Manantial o grupo de manantiales)
- Río ganador con conexión mixta (puntual y difusa)

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO
Instituto Geológico y Minero de España
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

ACTIVIDAD 4
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

MAPA SINÓPTICO DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO
091.077 (MIOCENO DE ALFAMÉN) . EG04_091077_map_4.

FEBRERO 2010

4. Manantiales

No hay constancia de la existencia de manantiales vinculados a las FGPs Terciario detrítico y Jurásico carbonatado dentro de los límites de esta MASb.

5. Zonas húmedas

En esta MASb no existe ningún humedal.

6. Análisis de la información utilizada y propuesta de actuaciones

6.1 *Valoración de la información utilizada y de los resultados obtenidos*

Como se comentó anteriormente, con los datos existentes no ha sido posible cuantificar ninguna de las dos relaciones río-acuífero identificadas en el ámbito de la MASb, que, básicamente, se trata de tramos en los que las MAS (ríos Grío y Jalón) tienen un comportamiento influente respecto a las FGP Jurásico carbonatado, ya que no hay relaciones entre MAS y la FGP Terciario detrítico dentro de los límites de la MASb 091.077.

6.2 *Propuesta de actuaciones*

Las relaciones río-acuífero identificadas, tramos perdedores mediante conexión difusa indirecta con efecto ducha, se han definido en tramos de río en los que la FGP Jurásico carbonatado se recarga a través de un desarrollado cuaternario aluvial, además de ser tramos influenciados por la existencia de acequias, azudes y derivaciones para riego, por lo que se considera difícil de establecer una cuantificación fiable de dichas relaciones, sobre todo para el tramo del río Jalón, que discurre apenas con agua buena parte del año. Además, el tramo del río Grío descrito se encuentra aguas abajo de la futura presa de Mularroya (en construcción), con lo que el agua circulante estará regulado.

Así pues, teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, no se considera necesario llevar a cabo actuaciones encaminadas a cuantificar las pérdidas de las MAS en los tramos identificados.

7. Referencias Bibliográficas

(1) Confederación Hidrográfica del Ebro (1991): Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas de la Cuenca del Ebro (Plan Hidrológico).

(2) IGME (1981): Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Ebro. Informe Final.

(3) IGME (1972): Mapa Geológico de España (MAGNA) a escala 1:50.000 2ª serie. Hojas 382, 383, 410 y 411.

(4) Sánchez Navarro, J.A., *et al.* (1990): El drenaje subterráneo de la Cordillera Ibérica en la depresión del Ebro: Aspectos geológicos. Geogaceta 8, pp: 115-118.

(5) Sánchez Navarro, J.A., *et al.* (1992): Isopiezas y direcciones de flujo regional en el acuífero carbonatado mesozoico del margen ibérico de la depresión del Ebro. Geogaceta 11, pp: 122-124.

(6) De Miguel Cabezas, J.L. (1998): El agua en el sistema acuífero de Alfamén. Estudio hidrológico y de gestión. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Inédito.

(7) San Román, Javier (1994). Estudio hidrogeológico del interfluvio Queiles-Jalón (Zaragoza). Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Inédito.

(8) San Román, J. *et al*. (2002): Guía excursión técnica: Hidrogeología de la cuenca baja del Jalón. Jornadas sobre Presente y futuro de las aguas subterráneas en España y la Directiva Marco Europea. AIH-GE. Zaragoza.

(9) Dirección General del Agua (2004-2006): Trabajos de apoyo para atender los requerimientos de la Directiva Marco en materia de planificación hidrológica (Cuenca del Ebro).

(10) SGOP-CHE (Estudio de los recursos hidráulicos subterráneos de los acuíferos relacionados con la provincia de Zaragoza. UH nº37 (Jalón-Huerva).

(11) CHE (2008). Establecimiento de las normas de otorgamiento de concesiones en las unidades hidrogeológicas del Bajo Jalón.

8. Bibliografía de interés

(1) Custodio, E. y Llamas, M.R (2001): Hidrología Subterránea. Editorial Omega, Barcelona.

(2) Web de la Confederación Hidrográfica del Ebro: www.chebro.es

(3) Web del Instituto Geológico y minero de España: www.igme.es